

**Escola Superior de Tecnologia de Tomar**

**Ano letivo: 2024/2025**

**Engenharia Electrotécnica e de Computadores**

Licenciatura, 1º Ciclo

Plano: Despacho n.º 7795/2021 - 09/08/2021

**Ficha da Unidade Curricular: Redes Elétricas Inteligentes**

ECTS: 6; Horas - Totais: 162.0, Contacto e Tipologia, T:28.0; PL:42.0;

Ano | Semestre: 3 | S1

Tipo: Obrigatória; Interação: Presencial; Código: 911254

Área Científica: Energia

**Docente Responsável**

Mário Helder Rodrigues Gomes

Professor Adjunto

**Docente(s)**

Mário Helder Rodrigues Gomes

Professor Adjunto

### **Objetivos de Aprendizagem**

Compreender a constituição e exploração de sistemas de energia elétrica. Compreender as diferentes tecnologias utilizadas nas redes de distribuição, na produção distribuída e na microgeração, bem assim como em redes elétricas inteligentes.

Saber dimensionar e seleccionar os meios de serviço de redes.

### **Objetivos de Aprendizagem (detalhado)**

Compreender a constituição e exploração de sistemas de energia elétrica. Compreender as diferentes tecnologias utilizadas nas redes de distribuição, na produção distribuída e na microgeração, bem assim como em redes elétricas inteligentes.

Saber dimensionar e seleccionar os meios de serviço em redes elétricas e compreender o impacto associado ao seu funcionamento integrado (eficiência/qualidade de energia).

### **Conteúdos Programáticos**

1. Sistemas de Energia Elétrica

2. Fluxo de cargas
3. Postos de transformação e Subestações
4. Redes de distribuição
5. Produção descentralizada
6. Redes elétricas inteligentes
7. Dimensionamento de redes
8. Qualidade de energia
9. Elaboração de estudos de planeamento e operação de redes elétricas inteligentes

### **Conteúdos Programáticos (detalhado)**

1. Sistemas de Energia Elétrica (SEE): Cadeia de valor; Características das cargas; Capacidade de transmissão das linhas; Relação entre frequência e equilíbrio de potências reais; Efeito da potência reativa no valor da tensão; Caracterização dos componentes de um SEE (Transformadores, Máquinas elétricas, Linhas e cabos, Cargas). Funcionamento de um SEE e interligação com outros sistemas.
2. Fluxo de cargas (FC): Tipos de barramentos; Análise nodal de uma rede elétrica; Definição analítica do problema de FC. Sistema por unidade (PU). Métodos numéricos utilizados em problemas de FC.
3. Postos de transformação e Subestações AT/MT: Caracterização; Barramentos; Layouts; RSSPTS; Bases de dimensionamento; Características técnicas dos meios de serviço - aparelhagem e equipamentos de potência, medida e contagem; Exploração e conservação.
4. Redes de distribuição: Redes de AT, MT e BT; Redes radiais, redes em anel/bialimentadas e redes malhadas; Redes aéreas e subterrâneas; Proteções convencionais e proteções inteligentes; Normas regulamentares; Bases para o projeto de redes de distribuição - cálculos elétricos (fixação da tensão e da secção dos condutores, fórmula de Still e tabela de Starr, Lei de Kelvin e método de Frey), Cálculo Mecânico de linhas aéreas (apoios nivelados/desnivelados) -; Tipos de condutores; Traçado das linhas e vão mais económico.
5. Produção descentralizada: Noções sobre transição energética e descarbonização da produção de EE (PNEC2030) e de eficiência energética. Energias renováveis (solar, eólica, hídrica); Tecnologias de conversão (PV, WT, MT); Normas sobre micro/mini produção (UPAC, CER, UPP); Condições técnicas de interligação à rede elétrica; Indicadores característicos dos locais (irradiação, velocidade, caudal, utilização anual); Avaliação simplificada do potencial energético.
6. Redes elétricas inteligentes (REI): Caracterização - conceção, objetivos, benefícios e efeitos; Integração tecnológica - recursos distribuídos de produção e de armazenamento, veículos elétricos, sistemas de controlo e supervisão, sistemas de comunicação, contadores inteligentes; Prosumers. Diagramas de carga (redes passivas/ativas); Cargas flexíveis; Bidirecionalidade dos Fluxos de energia; Conceitos de mercado de eletricidade.
7. Dimensionamento de redes de distribuição: Método da secção constante; Método da densidade de corrente constante, Método do mínimo volume de cobre; Método de Coltri-Teischmüller; Fluxo de potências, energia reativa e proteções em redes de distribuição. Curtos-circuitos em redes de distribuição. Seleção de proteções convencionais e proteções eletrónicas/digitais.
8. Qualidade de energia: Enquadramento; Normas - EN 50160; Regulamento da Qualidade de Serviço (RQS) e a NPEN 5010. Continuidade de Serviço - indicadores TEIPI, SAIFI, SAIDI, END, FI, DI; Qualidade da Onda de Tensão - valor eficaz, tremulação, distorção harmónica, desequilíbrio, frequência, cavas de tensão; Qualidade Comercial.

9. Elaboração de estudos de planeamento e operação de redes elétricas inteligentes.

### **Metodologias de avaliação**

Prova escrita (Exame / Recurso - 50%) e dois Trabalhos (50%; um trabalho de pesquisa 15% e um trabalho de simulação - Ponto 9 dos Conteúdos Programáticos - 35%).

A nota mínima para aprovação à UC é de 47,5%.

### **Software utilizado em aula**

PowerWorld, SimPowerSystems ou PSS/E.

### **Estágio**

ND

### **Bibliografia recomendada**

- Bernd Buchholz, Zbigniew Styczynski, . (2020). *Smart Grids: Fundamentals and Technologies in Electric Power Systems of the future*. (Vol. 1 - 2nd edition). (pp. - ). Springer, 2020. DOI: 10.1007/978-3-662-60930-9..
- DI, . (1977) *Regulamento de Segurança de Subestações, Postos de Transformação e de Seccionamento (RSSPTS)*. (Vol. ). (pp. - ). Decreto-Lei n.º 42895 de 1960 e alterações do Decreto Regulamentar n.º 14/77 de 1977.. Lisboa
- DR, . (1984). *Regulamento de Segurança das Redes de Distribuição de Energia Eléctrica em Baixa Tensão (RSRDEEBT)*. (Vol. ). (pp. - ). Diário da República n.º 297/1984, Série I de 1984.. Lisboa
- DR, . (1992). *Regulamento de Segurança de Linhas Eléctricas de Alta Tensão (RSLEAT)*. (Vol. ). (pp. - ). Ministério da Indústria e Energia, Diário da República n.º 41/1992, Série I-B de 1992.. Lisboa
- José Sucena Paiva, . (2015). *Redes de Energia Eléctrica*. (Vol. 1). (pp. - ). IST Press, 2015. ISBN: 978-989-8481-41-2.. Lisboa
- Surya Santoso, Mark F. McGranaghan, Roger C. Dugan, H. Wayne Beaty, . (2012). *Electrical Power Systems Quality*. (Vol. 1- third Edition). (pp. - ). McGraw-Hill Education, 2012. ISBN: 9780071761550. .

### **Coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos**

Os conteúdos programáticos são totalmente coerentes com os objetivos da UC como se demonstra nesta FUC.

### **Metodologias de ensino**

Aulas teóricas expositivas e reflexivas com apoio de meios audiovisuais.

Aulas prático-laboratoriais para resolver exercícios com apoio do quadro e meios audiovisuais e para simulação de redes com apoio de software.

### **Coerência das metodologias de ensino com os objetivos**

Esta FUC demonstra a coerência das metodologias de ensino com os objetivos da aprendizagem da UC.

### Língua de ensino

Português

### Pré-requisitos

ND

### Programas Opcionais recomendados

ND

### Observações

Objetivos de Desenvolvimento Sustentável:

- 4 - Garantir o acesso à educação inclusiva, de qualidade e equitativa, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos;
- 5 - Alcançar a igualdade de género e empoderar todas as mulheres e raparigas;
- 7 - Garantir o acesso a fontes de energia fiáveis, sustentáveis e modernas para todos;
- 8 - Promover o crescimento económico inclusivo e sustentável, o emprego pleno e produtivo e o trabalho digno para todos;
- 9 - Construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação;
- 10 - Reduzir as desigualdades no interior dos países e entre países;
- 11 - Tornar as cidades e comunidades inclusivas, seguras, resilientes e sustentáveis;
- 12 - Garantir padrões de consumo e de produção sustentáveis;
- 16 - Promover sociedades pacíficas e inclusivas para o desenvolvimento sustentável, proporcionar o acesso à justiça para todos e construir instituições eficazes, responsáveis e inclusivas a todos os níveis;

### Docente responsável

Assinado por: **MÁRIO HÉLDER RODRIGUES GOMES**  
Num. de Identificação: 09948640  
Data: 2024.09.13 08:37:59+01'00'

